

(12) NACH DEM VEREINBAR ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

10/532783

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
13. Mai 2004 (13.05.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/040104 A1(51) Internationale Patentklassifikation⁷: F01N 11/00, G01K 15/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/003517

(22) Internationales Anmeldedatum:
20. Oktober 2003 (20.10.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

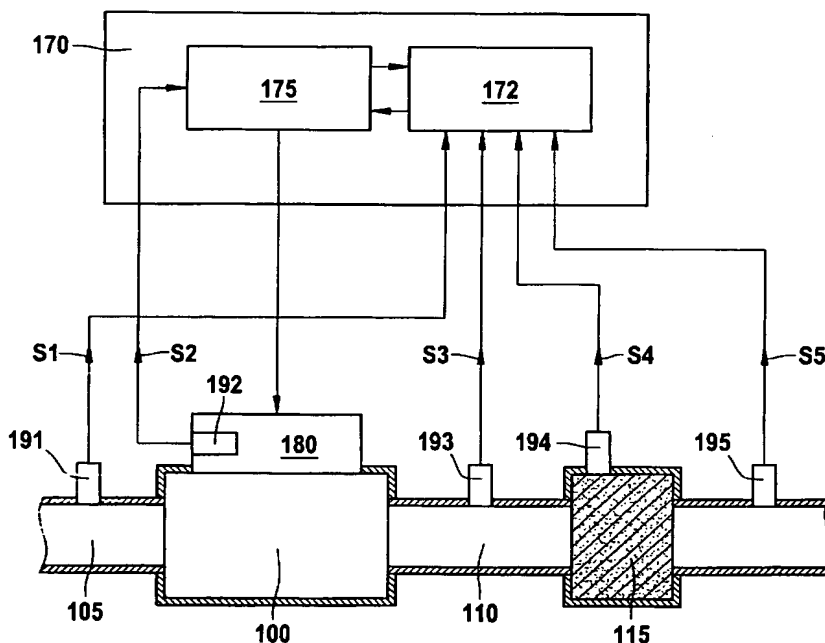
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 49 344.8 23. Oktober 2002 (23.10.2002) DE
103 41 454.1 9. September 2003 (09.09.2003) DE(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02
20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BUCK, Rainer
[DE/DE]; Reutlinger Strasse 38, 71732 Tamm (DE).
KRAUTTER, Andreas [DE/DE]; Lortzingstrasse 9,
71711 Steinheim (DE). FOERSTNER, Dirk [DE/DE];
Endersbacher Strasse 73, 70374 Stuttgart (DE). WALTER,
Michael [DE/DE]; Weissenfelder Ring 8, 70806 Korn-
westheim (DE). SOJKA, Juergen [DE/DE]; Schulstrasse
21, 70839 Gerlingen (DE). STEGMAIER, Matthias
[DE/DE]; Weidenstrasse 5, 71336 Waiblingen-Ho-
henacker (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR TESTING AT LEAST THREE SENSORS, WHICH DETECT A MEASURABLE VARIABLE FOR
AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR ÜBERPRÜFUNG WENIGSTENS DREIER SENSOREN, DIE EINE MESSGRÖSSE IM
BEREICH EINER BRENNKRAFTMASCHINE ERFASSEN

(57) Abstract: The invention relates to a method for testing at least three sensors (191, 192, 193, 194, 195), which detect a measurable variable for an internal combustion engine (100). A measurement for the sensor signal (S1, S2, S3, S4, S5) of the respective sensor (191, 192, 193, 194, 195) to be tested is compared with a reference signal (M, S1, S2, S3, S4, S5), which is obtained from at least some of the sensor signals (S1, S2, S3, S4, S5) of the sensors (191, 192, 193, 194, 195) to be tested. A sensor (191, 192, 193, 194, 195) is identified as defective by means of a comparison of the measurement for the sensor signal (S1, S2, S3, S4, S5) with the reference signal (M, S1, S2, S3, S4, S5). The reference signal (M, S1, S2, S3, S4, S5) is formed, for example, from a mean value (M) of the measurement of the sensor signals (S1, S2, S3, S4, S5) of at least some of the sensors to be tested (191, 192, 193, 194, 195), whereby

the individual sensor signals (S1, S2, S3, S4, S5) can be weighted differently by means of correction factors (K1, K2, K3, K4, K5) during the formation of the mean value. The sensors (191, 192, 193, 194, 195) are for example, temperature sensors or pressure sensors, which can be located in an induction zone (105) of the internal combustion engine (100) itself, in an exhaust gas zone (110) and/or in an exhaust gas post-treatment system (115).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



(81) Bestimmungsstaaten (*national*): JP, US.

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) **Zusammenfassung:** Es wird ein Verfahren zur Überprüfung wenigstens dreier Sensoren (191, 192, 193, 194, 195) vorgeschlagen, die eine Messgröße im Bereich einer Brennkraftmaschine (100) erfassen. Ein Mass für das Sensorsignal (S1, S2, S3, S4, S5) des jeweils zu überprüfenden Sensors (191, 192, 193, 194, 195) wird mit einem Referenzsignal (M, S1, S2, S3, S4, S5) verglichen, das aus wenigstens einem Teil der Sensorsignale (S1, S2, S3, S4, S5) der zu überprüfenden Sensoren (191, 192, 193, 194, 195) gewonnen wird. Ein Sensor (191, 192, 193, 194, 195) wird als fehlerhaft erkannt anhand eines Vergleichs des Masses für das Sensorsignal (S1, S2, S3, S4, S5) mit dem Referenzsignal (M, S1, S2, S3, S4, S5). Das Referenzsignal (M, S1, S2, S3, S4, S5) wird beispielsweise aus einem Mittelwert (M) eines Masses der Sensorsignale (S1, S2, S3, S4, S5) mindestens eines Teils der zu überprüfenden Sensoren (191, 192, 193, 194, 195) gebildet, wobei die einzelnen Sensorsignale (S1, S2, S3, S4, S5) bei der Mittelwertbildung mittels Korrekturfaktoren (K1, K2, K3, K4, K5) unterschiedlich gewichtet werden können. Die Sensoren (191, 192, 193, 194, 195) sind beispielsweise Temperatursensoren oder Drucksensoren, die in einem Ansaugbereich (105) der Brennkraftmaschine (100), an der Brennkraftmaschine (100) selbst, in einem Abgasbereich (110) und/oder in einem Abgasnachbehandlungssystem (115) angeordnet sein können. K2, K3, K4, K5 unterschiedlich gewichtet werden können. Die Sensoren (191, 192, 193, 194, 195) sind beispielsweise Temperatursensoren oder Drucksensoren, die in einem Ansaugbereich (105) der Brennkraftmaschine (100), an der Brennkraftmaschine (100) selbst, in einem Abgasbereich (110) und/oder in einem Abgasnachbehandlungssystem (115) angeordnet sein können.

5

10 Verfahren zur Überprüfung wenigstens dreier Sensoren, die eine Messgröße im Bereich einer Brennkraftmaschine erfassen

15 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überprüfung wenigstens dreier Sensoren, die eine Messgröße im Bereich einer Brennkraftmaschine erfassen, nach der Gattung des unabhängigen Anspruchs.

Zur Einhaltung von Abgasgrenzwerten werden bei Brennkraftmaschinen Abgasnachbehandlungssysteme eingesetzt, die beispielsweise einen Katalysator, einen Partikelfilter oder andere, zur Abgasnachbehandlung geeignete Bauteile enthalten. Die
20 eingesetzten Bauteile arbeiten häufig nur in einem bestimmten Temperaturbereich optimal. Sofern die Bauteile speichernde Eigenschaften hinsichtlich wenigstens einer Abgaskomponente aufweisen, ist im allgemeinen eine Überwachung des Beladungszustands mit der Abgaskomponente erforderlich.

25 Zur Erfassung der Messgröße Temperatur werden Temperatursensoren eingesetzt, die sowohl im Ansaugbereich, an der Brennkraftmaschine selbst und im Abgasbereich angeordnet sein können. Zur Erfassung der Messgröße Druck werden Drucksensoren eingesetzt, die beispielsweise zur Ermittlung des Beladungszustands eines Partikelfilters herangezogen werden können. Die Drucksensoren erfassen die am Partikelfilter
30 auftretende Druckdifferenz, welche ein Maß für den Beladungszustand ist. Weitere Drucksensoren können im Ansaugbereich der Brennkraftmaschine angeordnet sein.

Falls ein Sensor ein fehlerhaftes Sensorsignal bereitstellt, kann es zu einer fehlerhaften Steuerung der Brennkraftmaschine und des Abgasnachbehandlungssystems kommen. Die

Folgen sind ein erhöhter Kraftstoffverbrauch der Brennkraftmaschine und erhöhte Abgasemissionen.

5 Ein ordnungsgemäßes Arbeiten der gesamten Vorrichtung ist nur sichergestellt, wenn die eingesetzten Sensoren ein zuverlässiges Sensorsignal bereitstellen. Aus der DE 101 12 139 A1 ist ein Verfahren zur Überwachung von Sensoren bekannt geworden, die eine Messgröße einer Brennkraftmaschine erfassen. Hierbei kann es sich um
10 Temperatursensoren, Drucksensoren oder andere Sensoren handeln. Die einzelnen Sensorsignale werden mit einem Referenzsignal verglichen, welches ein weiterer Sensor bereitstellt, der selbst in die Diagnose nicht einbezogen ist. Der in die Diagnose nicht einbezogene Sensor ist an einem Einbauort angeordnet, bei dem eine vergleichsweise geringe Sensorbelastung auftritt, wie beispielsweise im Ansaugbereich, in welchem ein Temperatursensor geringeren Temperaturschwankungen ausgesetzt ist wie wenn er im Abgasbereich eingesetzt wäre. Durch Differenzbildungen der einzelnen Sensorsignale der
15 zu überwachenden Sensoren mit dem Referenzsignal des nicht überwachten Sensors und Vergleiche mit jeweils vorgegebenen Schwellenwerten werden fehlerhafte Sensoren erkannt. Sofern in den vorausgegangenen Verfahrensschritten kein Fehler erkannt wurde, wird zum Schluss noch ein Plausibilitätstest durchgeführt durch Differenzbildungen zwischen den zu überwachenden Sensoren und Vergleiche mit Schwellenwerten.

20 Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren zur Überprüfung wenigstens dreier Sensoren anzugeben, die eine Messgröße im Bereich einer Brennkraftmaschine erfassen, das bei einem einfachen Überprüfungsaufwand ein zuverlässiges Ergebnis bereitstellt.

25 Die Aufgabe wird durch die im unabhängigen Anspruch angegebenen Merkmale gelöst.

30 Vorteile der Erfindung

Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren ist vorgesehen, dass ein Maß für das Sensorsignal des jeweils zu überprüfenden Sensors mit einem Referenzsignal verglichen wird, dass das Referenzsignal aus wenigstens einem Teil der Sensorsignale der zu überprüfenden Sensoren gewonnen wird und dass ein Sensor als fehlerhaft erkannt wird
35 anhand eines Vergleichs des Maßes für das Sensorsignal und dem Referenzsignal.

Das erfindungsgemäße Verfahren weist zunächst den Vorteil auf, dass in die Diagnose sämtliche Sensoren einbezogen sind. Ein wesentlicher weiterer Vorteil liegt darin, dass bei der zu Grunde liegenden Überprüfung wenigstens dreier Sensoren mit einfachen Vergleichsoperationen sofort ein fehlerhafter Sensor erkannt werden kann.

Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens ergeben sich aus abhängigen Ansprüchen.

Eine Ausgestaltung sieht vor, dass das Referenzsignal aus einem Mittelwert eines Maßes der Sensorsignale mindestens eines Teils der zu überprüfenden Sensoren gebildet wird. Die Maßnahme ermöglicht eine sehr einfache Bereitstellung des Referenzsignals. Eine vorteilhafte Weiterbildung dieser Ausgestaltung sieht vor, dass die Sensorsignale bei der Mittelwertbildung mit jeweils einem vorgegebenen Faktor gewichtet werden. Die Einbeziehung eines Gewichtungsfaktors ermöglicht die Berücksichtigung der Wichtigkeit und des Einbauorts der einzelnen Sensoren.

Eine einfache Überprüfung ist dadurch möglich, dass ein Sensor als fehlerhaft erkannt wird, wenn die Differenz zwischen dem Maß für das Sensorsignal und dem Referenzsignal einen vorgegebenen Schwellenwert überschreitet.

Falls das Referenzsignal durch wenigstens einen fehlerhaften Sensor verfälscht wird, kann mit der Ausgestaltung, dass derjenige Sensor als fehlerhaft erkannt wird, dessen Maß für das Sensorsignal am weitesten vom Referenzsignal entfernt liegt, dennoch eine zuverlässige Erkennung eines fehlerhaften Sensors sichergestellt werden.

Eine Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass die Überprüfung in einem stationären Betriebszustand oder im Stillstand oder nach einem Kaltstart der Brennkraftmaschine durchgeführt wird. Die Weiterbildung stellt sicher, dass die Sensorsignale der zu überprüfenden wenigstens drei Sensoren wenigstens näherungsweise einen stationären Wert aufweisen, sodass die Überprüfung zu einer verlässlichen Aussage führt. Während eines Stillstands oder nach einem Kaltstart der Brennkraftmaschine weisen die Sensorsignale einen Wert auf, der durch die Umgebungsbedingungen vorgegeben ist. Bei Temperatursensoren werden die Sensorsignale weitgehend die Umgebungstemperatur widerspiegeln.

Die Maßnahme, dass der Stillstand der Brennkraftmaschine detektiert wird, wobei ein Zeitgeber vorgesehen ist, der bei einem detektieren Stillstand gestartet wird und dass die Überprüfung nach Ablauf einer vorgegebenen Zeit vorgesehen ist, stellt sicher, dass ein stationärer Zustand der Sensorsignale im Stillstand der Brennkraftmaschine auch tatsächlich vorliegt.

Eine andere Maßnahme, die sicherstellt, dass der stationären Betriebszustand, der Stillstand oder der Kaltstart der Brennkraftmaschine vorliegt, sieht einen Vergleich zwischen einem Sensorsignal wenigstens eines ausgewählten Sensors, welches eine langsame Änderungsgeschwindigkeit aufweist, und einem Sensorsignal eines zu prüfenden Sensors vor. Der ausgewählte Sensor ist an einem Bauteil angeordnet, das eine möglichst große Trägheit im Hinblick auf das Sensorsignal aufweist. Bei einem Temperatursensor handelt es sich um ein Bauteil mit einer hohen Wärmekapazität.

Eine Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass das Sensorsignal eines als fehlerhaft erkannten Sensors bei der Ermittlung des Referenzsignals nicht berücksichtigt wird. Der Ausschluss des fehlerhaften Sensors bei weiteren Überprüfungen stellt sicher, dass das Referenzsignal nicht verfälscht wird. Eine weitere Maßnahme sieht vor, dass eine Überprüfung überhaupt nicht mehr durchgeführt wird, wenn die Anzahl der als fehlerhaft erkannten Sensoren eine vorgegebene Anzahl überschreitet.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens ergeben sich aus weiteren abhängigen Ansprüchen und aus der folgenden Beschreibung.

Zeichnung

Fig. 1 zeigt ein Blockschaltbild einer Brennkraftmaschine sowie einer Steuerung und die Figuren 2 - 5 zeigen Flussdiagramm von unterschiedlichen Ausgestaltungen eines erfindungsgemäßen Verfahrens.

Der Brennkraftmaschine 100 wird über einen Ansaugbereich 105 Frischluft zugeführt. Die Abgase der Brennkraftmaschine 100 durchlaufen einen Abgasbereich 110. Im Abgasbereich 110 ist ein Abgasnachbehandlungssystem 115 angeordnet. Hierbei kann es sich um einen Katalysator und/oder um einen Partikelfilter handeln. Das

5 Abgasnachbehandlungssystem 115 kann mehrere Katalysatoren für unterschiedliche Schadstoffe oder Kombinationen von wenigstens einem Katalysator und einem Partikelfilter enthalten.

Desweiteren ist eine Steuereinheit 170 vorgesehen, die wenigstens eine

10 Motorsteuereinheit 175 und eine Abgasnachbehandlungssteuereinheit 172 enthält. Alternativ können die Motorsteuereinheit 175 und die Abgasnachbehandlungssteuereinheit 172 auch getrennt angeordnet sein. Die Motorsteuereinheit 175 beaufschlagt ein Kraftstoffzumesssystem 180 mit Ansteuersignalen. Ferner stellen die Motorsteuereinheit 175 und/oder die

15 Abgasnachbehandlungssteuereinheit 172 Signale für jeweils die andere Einheit und/oder weitere Steuereinheiten bereit.

Weiterhin sind Sensoren vorgesehen, welche die Abgasnachbehandlungssteuereinheit 172 und die Motorsteuereinheit 175 mit Signalen versorgen. Ein erster Sensor 191 stellt ein

20 Sensorsignal S1 bereit, das den Zustand der Frischluft charakterisiert. Ein zweiter Sensor 192 stellt ein Sensorsignal S2 bereit, das den Zustand des Kraftstoffzumesssystems 180 charakterisiert. Ein dritter Sensor 193 stellt ein Sensorsignal S3 bereit, das den Zustand des Abgases vor dem Abgasnachbehandlungssystem 115 charakterisiert. Ein vierter

25 Sensor 194 stellt ein Sensorsignal S4 bereit, das den Zustand des Abgasnachbehandlungssystems 115 charakterisiert. Ein fünfter Sensor 195 stellt ein Sensorsignal S5 bereit, das den Zustand der Abgase nach dem Abgasnachbehandlungssystem 115 charakterisiert. Sämtliche fünf Sensoren 191, 192, 193, 194, 195 erfassen eine einzige Messgröße im Bereich der Brennkraftmaschine 100. Bei der Messgröße handelt es sich beispielsweise um die Temperatur. Alternativ kann es

30 sich bei der Messgröße um den Druck handeln. Denkbar sind auch andere Messgrößen wie beispielsweise Beschleunigung oder Drehzahl.

Abhängig von der Ausführungsform können alle dargestellten Sensoren 191, 192, 193, 194, 195 vorgesehen sein. Bei alternativen Ausgestaltungen können die minimale Anzahl

von drei Sensoren oder auch mehr als die dargestellten fünf Sensoren 191, 192, 193, 194, 195 vorgesehen sein.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Überprüfung wenigstens dreier Sensoren 191, 192, 193, 194, 195, die eine Messgröße im Bereich der Brennkraftmaschine 100 erfassen, arbeitet folgendermaßen:

Ausgehend von Sensorsignalen S1, S2, S3, S4, S5 berechnet die Motorsteuerung 175 ein Ansteuersignal zur Beaufschlagung des Kraftstoffzumesssystems 180. Das Kraftstoffzumesssystem 180 misst daraufhin die entsprechende Kraftstoffmenge der Brennkraftmaschine 100 zu. Die bei der Verbrennung entstehenden giftigen Abgaskomponenten werden in einem oder mehreren Katalysatoren, welche im Abgasnachbehandlungssystem 115 enthalten sind, in unschädliche Komponenten umgewandelt. Zur Beseitigung der im Abgas enthaltenen Partikel kann im Abgasnachbehandlungssystem 115 ein Partikelfilter enthalten sein. Ein Katalysator arbeitet in einem bestimmten Temperaturbereich optimal. Eine Regeneration eines Partikelfilters erfolgt ebenfalls in einem bestimmten Temperaturbereich optimal. Die als Temperatursensoren ausgestalteten Sensoren 191, 192, 193, 194, 195 erfassen an unterschiedlichen Stellen die Temperatur. Mit diesen Sensoren 191, 192, 193, 194, 195 kann die Abgastemperatur der Brennkraftmaschine 100 auf einem vorgegebenen Temperaturniveau oder in einem vorgegebenen Temperaturbereich gehalten werden. Die als Drucksensoren ausgestalteten Sensoren 191, 192, 193, 194, 195 ermitteln die im Ansaugbereich 105, an der Brennkraftmaschine 100 und/oder im Abgasbereich 110 auftretenden Drücke. Beispielsweise kann der Beladungszustand des Partikelfilters anhand der auftretenden Druckdifferenz ermittelt werden. Der im Ansaugbereich 105 angeordnete erste Sensor 191 erfasst beispielsweise den Luftdruck, der bei der Festlegung des Luft-Kraftstoff-Gemisches berücksichtigt werden kann.

Eine Überprüfung des ordnungsgemäßen Arbeitens der wenigstens drei Sensoren 191, 192, 193, 194, 195 stellt ein ordnungsgemäßes Arbeiten der Brennkraftmaschine 100 und insbesondere des Abgasnachbehandlungssystems 115 sicher.

In Figur 2 ist eine erste erfindungsgemäße Ausführungsform anhand eines Flussdiagrammes dargestellt. Eine erste Abfrage 200 überprüft, ob Betriebszustände vorliegen, in denen eine Überprüfung möglich ist. Solche Betriebszustände liegen

insbesondere dann vor, wenn die Brennkraftmaschine 100 einen stationären Betriebszustand aufweist, wenn die Brennkraftmaschine 100 abgeschaltet ist und sich in Stillstand befindet oder wenn die Brennkraftmaschine 100 gerade gestartet wurde und sich noch in der Kaltstartphase befindet.

5

10 Eine vorteilhafte Ausgestaltung sieht vor, dass der Stillstand der Brennkraftmaschine 100 detektiert wird. Hierzu gibt ein vorgesehener Zeitgeber nach Ablauf einer vorgegebenen Zeit ein Signal ab, bei dessen Auftreten von einem ausreichend langen Stillstand der Brennkraftmaschine 100 ausgegangen werden kann. Wenn ein Startvorgang der Brennkraftmaschine 100 nach einem ausreichend langen Stillstand auftritt, kann ein Kaltstart angenommen werden.

15 Eine vorteilhafte Ausgestaltung, die einen stationären Betriebszustand, den Stillstand und/oder den Kaltstart der Brennkraftmaschine 100 detektiert, sieht vor, dass das Sensorsignal S1, S2, S3, S4, S5 eines ausgewählten Sensors 191, 192, 193, 194, 195, welches eine langsame Änderungsgeschwindigkeit aufweist, mit dem Sensorsignal S1, S2, S3, S4, S5 wenigstens eines anderen Sensors 191, 192, 193, 194, 195 verglichen wird. Sofern es sich bei den Sensoren 191, 192, 193, 194, 195 um Temperatursensoren handelt, wird das Sensorsignal desjenigen Sensors 191, 192, 193, 194, 195 herangezogen, der die Temperatur des Mediums erfasst, welches die größte Wärmekapazität aufweist. Im
20 gezeigten Ausführungsbeispiel handelt es sich vorzugsweise um den zweiten Sensor 192, der die Temperatur des Kraftstoffzumesssystems 180 erfasst. Mit dieser Ausgestaltung wird festgestellt, ob die gesamte Vorrichtung in einem eingeschwungenen Zustand ist, der in einem stationären Betriebszustand, dem Stillstand oder bei einem Kaltstart der Brennkraftmaschine 100 vorliegt. Dabei ist es unerheblich, ob der Sensor 191, 192, 193, 194, 195 an sich eine hohe Wärmekapazität aufweist oder das Medium, dessen
25 Temperatur erfasst wird. Einen stationären Betriebszustand, ein Stillstand oder ein Kaltstart der Brennkraftmaschine 100 liegt dann vor, wenn die Differenz zwischen dem Sensorsignal des ausgewählten Sensors 191, 192, 193, 194, 195 und des wenigstens einen anderen Sensors 191, 192, 193, 194, 195 einen vorgegebenen Schwellenwert
30 unterschreitet.

Eine Weiterbildung dieser Ausgestaltung sieht vor, dass die Sensorsignale zweier ausgewählter Sensoren 191, 192, 193, 194, 195, welche eine langsame

Änderungsgeschwindigkeit aufweisen, zum Vergleich herangezogen werden. Hier reicht es aus, wenn wenigstens eine Differenz das Kriterium erfüllt.

5 Nachdem in der ersten Abfrage 200 festgestellt wurde, ob ein solcher Betriebszustand vorliegt, wird in einem ersten Funktionsblock 210 ein Mittelwert M eines Maßes der Sensorsignale S_1, S_2, S_3, S_4, S_5 der zu überprüfenden Sensoren 191, 192, 193, 194, 195 gebildet. Bei diesen Ausführungsbeispiel ist der Mittelwert M das Referenzsignal. Vorzugsweise ist bei der Mittelwertbildung eine Gewichtung der einzelnen Sensorsignale S_1, S_2, S_3, S_4, S_5 vorgesehen. Die Gewichtung wird mit den Korrekturfaktoren $K_1, K_2,$
10 K_3, K_4, K_5 berücksichtigt. Mit der Gewichtung ist es möglich, die Wichtigkeit der einzelnen Sensoren 191, 192, 193, 194, 195 und/oder den Einbauort zu berücksichtigen. Ein wesentlicher Vorteil ergibt sich bei der Gewichtung dadurch, dass die Gewichtung derjenigen Sensoren 191, 192, 193, 194, 195 vermindert werden kann, die in einem stationären Betriebszustand, im Stillstand oder während des Kaltstart der
15 Brennkraftmaschine 100 in Abhängigkeit von den Umgebungsbedingungen unterschiedliche Sensorsignale bereitstellen. Es könnte beispielsweise der Fall auftreten, dass der erste Sensor 191 bei einem sonnigen Wetter bei gleicher Umgebungstemperatur eine andere Temperatur erfasst als bei Bewölkung, sofern die Brennkraftmaschine 100 in einem Kraftfahrzeug angeordnet ist. Dennoch liegt auch in diesem Fall ein stationärer
20 Betriebszustand, ein Stillstand oder ein Kaltstart der Brennkraftmaschine 100 vor, bei dem die erfindungsgemäße Überprüfung der Sensoren 191, 192, 193, 194, 195 freigegeben wird.

25 In einem nachfolgenden zweiten Funktionsblock 220 werden die Differenzen D_n der einzelnen Sensorsignale S_n bezogen auf den im ersten Funktionsblock 210 ermittelten Mittelwert M ermittelt. In einer zweiten Abfrage 230 werden die einzelnen Differenzen D_n mit einem Schwellenwert SW verglichen. Diejenige Differenz D_n , die den Schwellenwert SW überschreitet, führt zu dem Sensor 191, 192, 193, 194, 195, der voraussichtlich fehlerhaft ist.

30 In Figur 3 ist eine alternative Ausgestaltung dargestellt. Zunächst ist wieder im zweiten Funktionsblock 220 die Ermittlung der Differenzen D_n zwischen den einzelnen Sensorsignalen S_n und dem Mittelwert M vorgesehen. In einem nachfolgenden dritten Funktionsblock 240 wird die maximale Differenz $Max D_n$ ermittelt. In der
35 anschließenden dritten Abfrage 250 wird überprüft, ob die ermittelte maximale Differenz

Max Dn einen vorgegebenen Schwellenwert SW überschreitet. Ist dies der Fall, ist dieser Sensor 191, 192, 193, 194, 195 mit der Maximaldifferenz voraussichtlich fehlerhaft. Der Vorteil dieser alternativen Ausgestaltung liegt darin, dass ein fehlerhafter Sensor 191, 192, 193, 194, 195, dessen Sensorsignal S1, S2, S3, S4, S5 den im ersten Funktionsblock 210 ermittelten Mittelwert M verfälschen kann, nicht dazu führt, dass bei der Überprüfung in der zweiten Abfrage 230 zu viele Sensoren 191, 192, 193, 194, 195 irrtümlich als fehlerhaft eingestuft werden.

In Figur 4 ist eine weitere alternative Ausgestaltung dargestellt. In dieser Ausgestaltung wird das Referenzsignal aus einem Maß eines Sensorsignals S1, S2, S3, S4, S5 eines einzigen zu überprüfenden Sensors 191, 192, 193, 194, 195 gewonnen. Im einfachsten Fall ist das Referenzsignal identisch mit dem Sensorsignal S1, S2, S3, S4, S5. Dieser Fall ist in Figur 4 gezeigt. Weiterhin ist das Ausführungsbeispiel gemäß Figur 4 aus Übersichtlichkeitsgründen auf die Überprüfung von drei Sensoren 191, 192, 193 beschränkt dargestellt.

Die bereits beschriebene erste Abfrage 200 detektiert wieder, ob ein Betriebszustand der Brennkraftmaschine 100 vorliegt, in welchem die Überwachung zulässig ist. Ist dies der Fall, so wird in einem Funktionsblock 510 eine erste Differenz D1 zwischen dem Sensorsignal S1 des ersten Sensors 191 und dem Sensorsignal S2 des zweiten Sensors 192 ermittelt. Im nachfolgenden Funktionsblock 520 wird eine zweite Differenz D2 zwischen dem Sensorsignal S1 des ersten Sensors 191 und dem Sensorsignal S3 des dritten Sensors 193 ermittelt.

Die anschließende Abfrage 530 überprüft, ob die erste Differenz D1 größer als ein erster Schwellenwert SW1 ist. Ist dies der Fall, so überprüft eine weitere Abfrage 540, ob die zweite Differenz D2 größer als ein zweiter Schwellenwert SW2 ist. Ist dies nicht der Fall, so wird in einem Funktionsblock 560 der erste Sensor S1 als fehlerhaft erkannt. Wird in der Abfrage 540 festgestellt, dass die zweite Differenz D2 größer als der zweite Schwellenwert SW2 ist, so wird in einem Funktionsblock 262 der zweite Sensor S2 als fehlerhaft erkannt.

Wird in der Abfrage 530 festgestellt, dass die erste Differenz D1 nicht größer als der erste Schwellenwert SW1 ist, so überprüft eine Abfrage 550, ob die zweite Differenz D2 größer als der zweite Schwellenwert SW2 ist. Ist dies der Fall, so wird in einem

Funktionsblock 264 der dritte Sensor S3 als fehlerhaft erkannt. Wenn die Differenzen D1, D2 kleiner sind als die Schwellenwerte SW1 und SW2, so wird in einem Funktionsblock 266 erkannt, dass kein Fehler vorliegt.

5 Vorzugsweise ist vorgesehen, dass die Schwellenwerte SW1 und SW2 den gleichen Wert annehmen. Es kann aber auch vorgesehen sein, dass die Schwellenwerte SW1, SW2 unterschiedliche Werte annehmen können.

10 In Figur 5 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel dargestellt. In dieser Ausgestaltung wird das Referenzsignal ebenfalls aus einem Maß eines Sensorsignals S1, S2, S3, S4, S5 eines einzigen zu überprüfenden Sensors 191, 192, 193, 194, 195 gewonnen. Im einfachsten Fall ist das Referenzsignal identisch mit dem Sensorsignal S1, S2, S3, S4, S5. Dieser Fall ist in Figur 5 gezeigt. Weiterhin ist auch dieses Ausführungsbeispiel gemäß Figur 5 aus Übersichtlichkeitsgründen auf die Überprüfung von drei Sensoren 191, 192, 193
15 beschränkt dargestellt .

Der Unterschied zwischen dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 4 und 5 liegt darin, dass bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 5 die Differenzen D1, D2, D3 zwischen allen Sensorsignalen S1, S2, S3 gebildet werden. Dabei wird jeweils der Betrag der
20 Abweichung zwischen den einzelnen Sensorsignalen S1, S2, S3 ermittelt. Sind alle Differenzen D1, D2, D3 unterhalb eines Schwellenwerts SW1, so werden alle Sensoren S1, S2, S3 als fehlerfrei erkannt. Ist eine der Differenzen D1, D2, D3 größer als der Schwellenwert SW1, wird auf Fehler erkannt. Der Fehler kann aber keinem Sensor S1, S2, S3 zugeordnet werden. Sind zwei Differenzen größer als der Schwellenwert SW1, so
25 wird derjenige Sensor S1, S2, S3 als fehlerhaft erkannt, der bei beiden Berechnungen der Differenzen verwendet wird. Bei dieser Ausführungsform kann ein Fehler nicht nur erkannt werden, er kann auch einem bestimmten Sensor S1, S2, S3 zugeordnet werden.

30 In der ersten Abfrage 200 wird wieder wie in den vorhergehenden Ausführungsbeispielen geprüft, ob ein stationärer Betriebszustand, ein Stillstand oder ein Kaltstart der Brennkraftmaschine 100 vorliegt. In einem nachfolgenden Funktionsblock 410 wird eine erste Differenz D1 zwischen dem ersten und zweiten Sensorsignal S1, S2 gebildet. Wie bei allen bislang beschriebenen Differenzbildungen wird auch hier vorzugsweise der Betrag der Differenz gebildet. In einem Funktionsblock 420 wird eine zweite Differenz
35 D2 gebildet, die dem Betrag der Differenz zwischen dem ersten und dem dritten

Sensorsignal S1, S3 entspricht. In einem weiteren Funktionsblock 430 wird eine dritte Differenz D3 gebildet, die dem Betrag der Abweichung zwischen dem zweiten und dritten Sensorsignal S2, S3 entspricht.

- 5 In der anschließende Abfrage 440 wird überprüft, ob die Differenz D1 größer als der Schwellenwert SW1 ist. Ist dies der Fall, so wird in einer Abfrage 445 überprüft, ob die zweite Differenz D2 größer als ein Schwellenwert SW2 ist. Ist dies der Fall, so wird in dem Funktionsblock 260 der erste Sensor 191 fehlerhaft erkannt. Ist dies nicht der Fall, wird in einer Abfrage 448 überprüft, ob die dritte Differenz D3 größer als ein
- 10 Schwellenwert SW3 ist. Ist dies der Fall, so wird im Funktionsblock der zweite Sensor 192 als fehlerhaft erkannt. Ist dies nicht der Fall, so wird in einem Funktionsblock 268 ein Fehler erkannt, der nicht zuordnenbar ist.
- 15 Wird in der Abfrage 440 erkannt, dass die Differenz D1 nicht größer als der Schwellenwert SW1 ist, so wird in der Abfrage 450 überprüft, ob die zweite Differenz D2 größer als der Schwellenwert SW2 ist. Ist dies nicht der Fall, so wird im Funktionsblock 266 auf fehlerfreien Sensoren 191, 192, 193 erkannt. Ist dies der Fall, so wird in der Abfrage 455 überprüft, ob die dritte Differenz D3 größer als der
- 20 Schwellenwert SW2 ist. Ist dies der Fall, so wird im Funktionsblock 264 der dritte Sensor 193 als fehlerhaft erkannt. Ist dies nicht der Fall, so wird im Funktionsblock 268 der Fehler erkannt, der nicht zuordnenbar ist.

5

10

Ansprüche

15

20

25

30

35

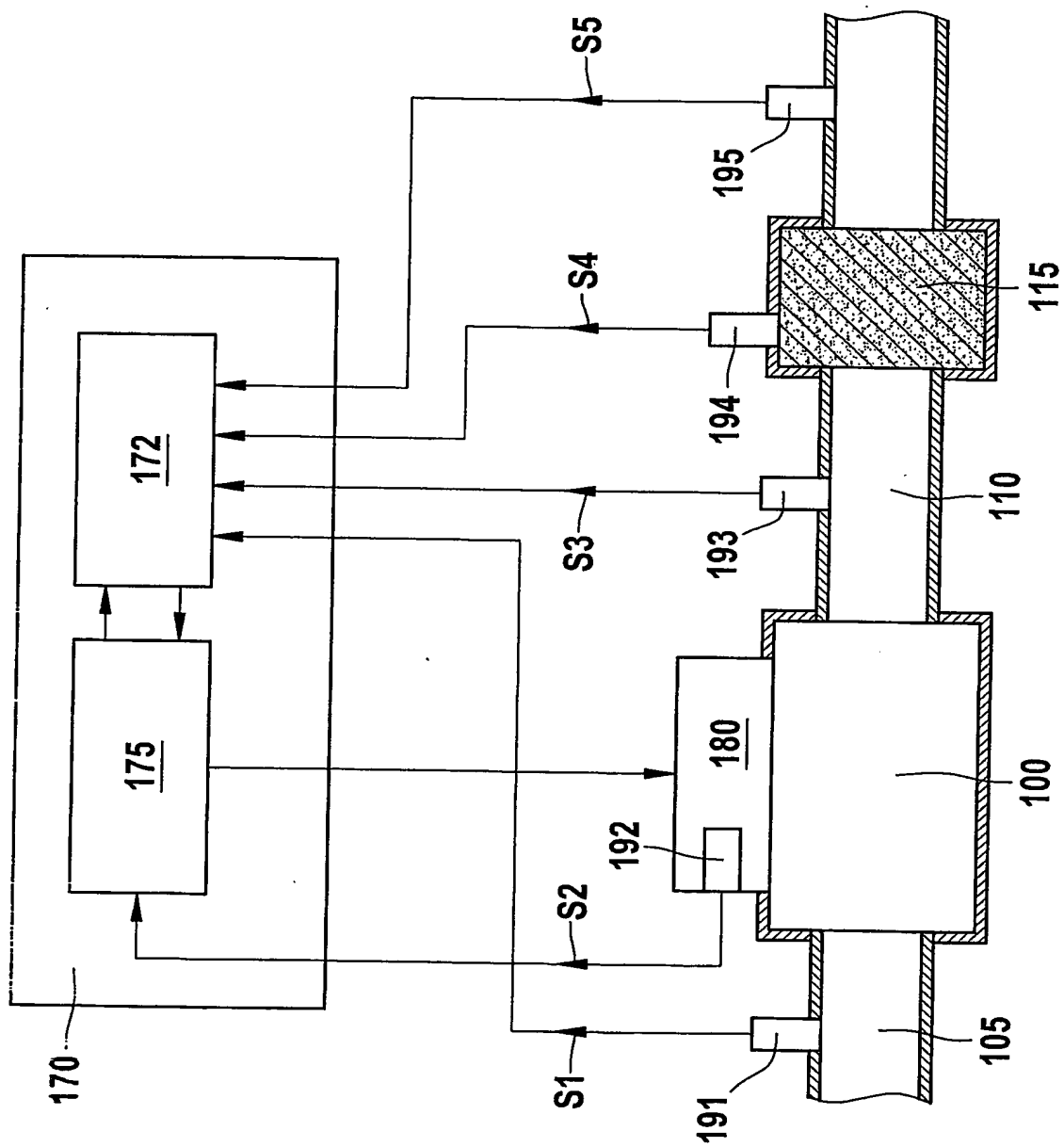
1. Verfahren zur Überprüfung wenigstens dreier Sensoren (191, 192, 193, 194, 195), die eine Messgröße im Bereich einer Brennkraftmaschine (100) detektieren, dadurch gekennzeichnet, dass ein Maß für das Sensorsignal (S1, S2, S3, S4, S5) des jeweils zu überprüfenden Sensors (191, 192, 193, 194, 195) mit einem Referenzsignal (M, S1, S2, S3, S4, S5) verglichen wird, dass das Referenzsignal (M, S1, S2, S3, S4, S5) aus wenigstens einem Teil der Sensorsignale (S1, S2, S3, S4, S5) der zu überprüfenden Sensoren (191, 192, 193, 194, 195) gewonnen wird und dass ein Sensor (191, 192, 193, 194, 195) als fehlerhaft erkannt wird anhand eines Vergleichs des Maßes für das Sensorsignal (S1, S2, S3, S4, S5) und dem Referenzsignal (M, S1, S2, S3, S4, S5).
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Referenzsignal (M, S1, S2, S3, S4, S5) aus einem Mittelwert (M) eines Maßes der Sensorsignale (S1, S2, S3, S4, S5) mindestens eines Teils der zu überprüfenden Sensoren (191, 192, 193, 194, 195) gebildet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensorsignale (S1, S2, S3, S4, S5) bei der Mittelwertbildung mit jeweils einem vorgegebenen Faktor (K1, K2, K3, K4, K5) gewichtet werden.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Sensor (191, 192, 193, 194, 195) als fehlerhaft erkannt wird, wenn die Differenz (Dn, D1, D2, D3) zwischen dem Maß für das Sensorsignal (S1, S2, S3, S4, S5) und dem Referenzsignal (M, S1, S2, S3, S4, S5) einen vorgegebenen Schwellenwert (SW,

SW1, SW2, SW3) überschreitet.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass derjenige Sensor (191, 192, 193, 194, 195) als fehlerhaft erkannt wird, dessen Maß für das Sensorsignal (S1, S2, S3, S4, S5) am weitesten vom Referenzsignal (M, S1, S2, S3, S4, S5) entfernt liegt.
5
6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Referenzsignal (M, S1, S2, S3, S4, S5) aus einem Maß eines Sensorsignals (S1, S2, S3, S4, S5) eines einzigen zu überprüfenden Sensors (191, 192, 193, 194, 195) gewonnen wird.
10
7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Überprüfung in einem stationären Betriebszustand oder im Stillstand oder nach einem Kaltstart der Brennkraftmaschine (100) durchgeführt wird.
15
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Stillstand der Brennkraftmaschine (100) detektiert wird, dass ein Zeitgeber vorgesehen ist, der bei einem detektierten Stillstand gestartet wird und dass die Überprüfung nach Ablauf einer vorgegebenen Zeit vorgesehen ist.
20
9. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der stationäre Betriebszustand, der Stillstand oder der Kaltstart der Brennkraftmaschine (110) detektiert wird anhand eines Vergleichs zwischen einem Sensorsignal (S1, S2, S3, S4, S5) wenigstens eines ausgewählten Sensors (191, 192, 193, 194, 195), welches eine langsame Änderungsgeschwindigkeit aufweist, und einem Sensorsignal (S1, S2, S3, S4, S5) eines zu überprüfenden Sensors (191, 192, 193, 194, 195).
25
10. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Sensorsignal (S12, S2, S3, S4, S5) eines als fehlerhaft erkannten Sensors (191, 192, 193, 194, 195) bei der Ermittlung des Referenzsignals (M, S1, S2, S3, S4, S5) nicht berücksichtigt wird.
30
11. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Überprüfung nicht mehr durchgeführt wird, wenn die Anzahl der als fehlerhaft erkannten Sensoren

(191, 192, 193, 194, 195) eine vorgegebene Anzahl überschreitet.

12. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Messgröße eine Temperatur ist.



2 / 4

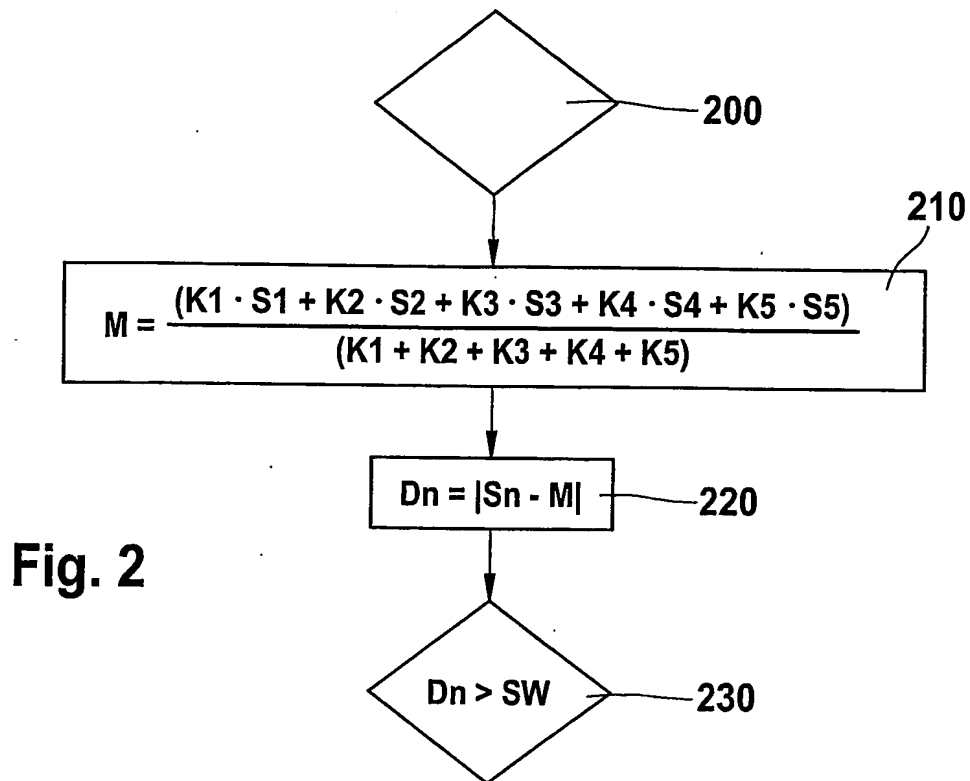
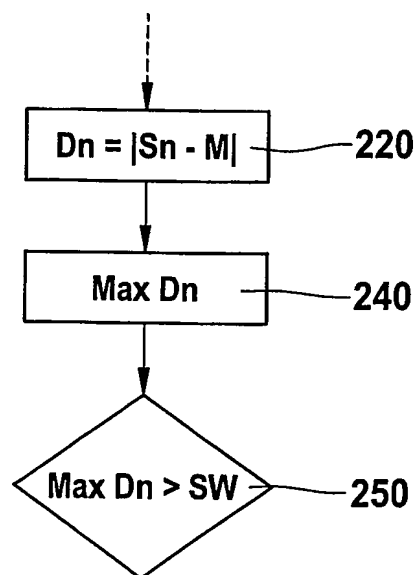
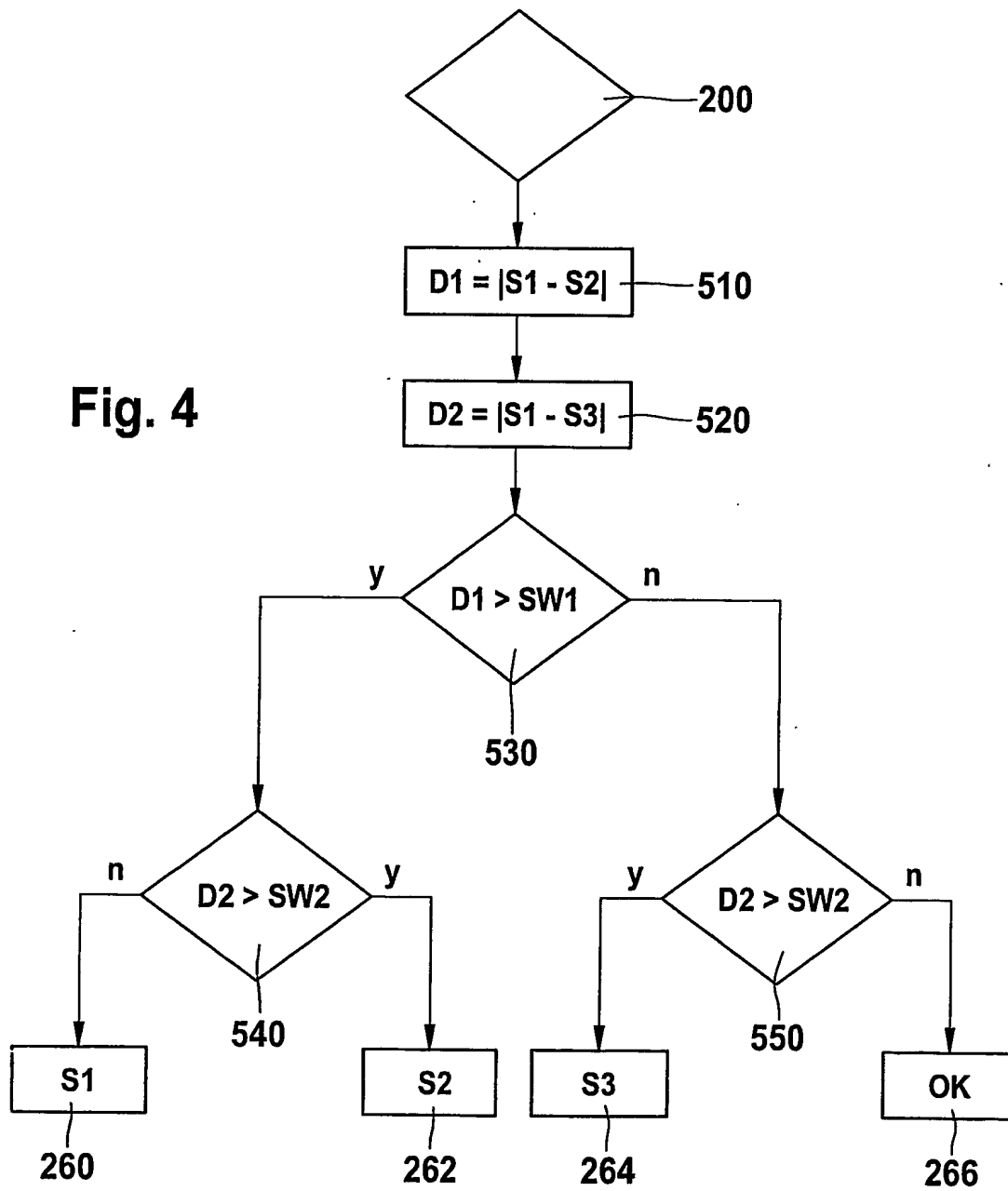


Fig. 3



3 / 4

Fig. 4



4 / 4

Fig. 5

